



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

# **MEMORIA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE:**

**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DESARROLLADO CON LABVIEW  
PARA LA INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE DE LAS PRÁCTICAS DE  
MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

---

## **MIEMBROS DEL EQUIPO**

**JUAN MANUEL GARCÍA ARÉVALO  
LUIS REDONDO SÁNCHEZ  
SILVIA HERNÁNDEZ MARTÍN  
ROBERTO CARLOS REDONDO MELCHOR  
FÉLIX REDONDO QUINTELA**

**Junio de 2013**

## **1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO REALIZADO.**

El equipo de trabajo ha realizado los siguientes Proyectos de Innovación Docente financiados por la Universidad de Salamanca:

- En el curso 2009-2010. “ Desarrollo de un equipo para la realización de prácticas y trabajos dirigidos en las asignaturas de Ingeniería Eléctrica, en entorno LabVIEW ”.
- En el curso 2010-2011. “ Diseño e implantación de un novedoso sistema de medida para las prácticas de Ingeniería Eléctrica en los nuevos planes de estudio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial “.
- En el curso 2011-2012. “ Implantación del sistema de medida desarrollado con LabVIEW para la innovación y mejora docente de las asignaturas de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar ”.

El proyecto presentado es continuación de los tres anteriores. En los tres proyectos citados se han desarrollado equipos que han permitido la innovación y mejora de las prácticas de laboratorio en algunas de las asignaturas que el Área de Ingeniería Eléctrica imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar. Hasta el momento se han implantado los equipos en tres asignaturas: Instalaciones Eléctricas, Tecnología Eléctrica y Electrometría. En este proyecto se han implantado los equipos en las asignaturas: Máquinas Eléctricas (en tres Grados ) y Ampliación y Cálculo de Máquinas Eléctricas.

Este equipo facilita la realización de prácticas y trabajos dirigidos en las asignaturas comentadas, bien sea de forma individual o en grupos reducidos. El equipo está a disposición de los alumnos después de una explicación inicial por parte del profesor, y permite la realización de un gran número de prácticas y trabajos como complemento a la formación de las asignaturas. Este equipo permite la captación de señales analógicas y su envío, vía USB, a un

ordenador. Las señales pueden ser interpretadas por el programa LabVIEW de National Instruments, que constituye una herramienta muy útil en Ingeniería Eléctrica, ya que es capaz de realizar multitud de análisis y representaciones de las señales de entrada.

Son varias las ventajas de este procedimiento en comparación con el sistema utilizado actualmente, entre ellas, que los equipos son fáciles de transportar y permiten captar los datos de forma cómoda.

En la figura 1 se observan los elementos de los que consta este equipo. De izquierda a derecha: módulo adaptador de señales, tarjeta de adquisición de datos y ordenador equipado con el programa LabVIEW.

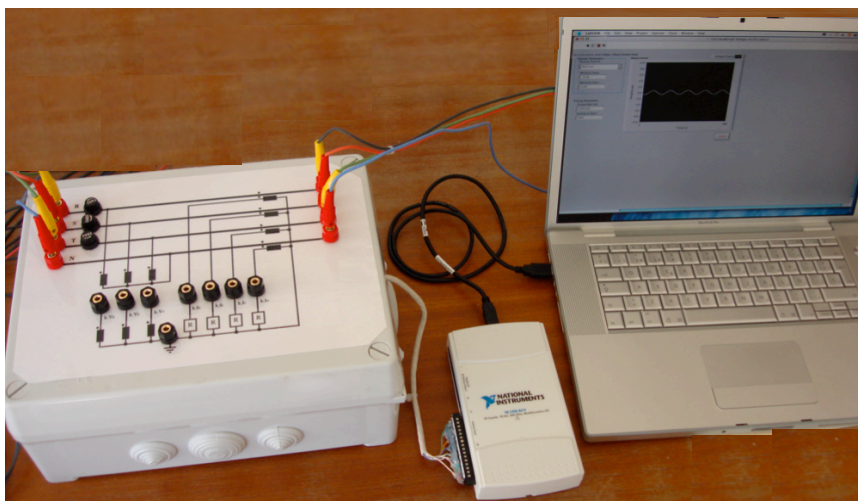


Fig.1. Equipo desarrollado.

Para instalar en los puestos de los tres laboratorios del Área de Ingeniería Eléctrica los nuevos equipos, con el objetivo de utilizarlos en todas las asignaturas del Área de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de Salamanca, era necesario crear más equipos. Durante el curso 2010/11 se diseñaron y construyeron todos los módulos adaptadores de señales, que son diferentes dependiendo de las necesidades de las prácticas y trabajos realizados. Concretamente para las prácticas de máquinas eléctricas, se necesitan transformadores de intensidad de mayor intensidad primaria, y para otras aplicaciones en las que las señales no son sinusoidales, resulta imprescindible sustituir los transformadores de

intensidad por pinzas amperimétricas de efecto Hall. Esto ha obligado a realizar varios diseños diferentes de los módulos adaptadores para cubrir todas las necesidades de las prácticas y trabajos del Área. Concretamente se desarrollaron 11 módulos adaptadores de señal que se pueden agrupar de la siguiente forma:

- 2 Módulos monofásicos. Adaptación de tensión e intensidad con transformador de tensión e intensidad.
- 6 Módulos trifásicos. Adaptación de tensión e intensidad con transformadores de tensión e intensidad.
- 1 Módulo trifásico. Adaptación de tensión e intensidad con resistencias y pinzas de efecto Hall.
- 2 módulos trifásicos. Adaptación de tensión con resistencias.

La figura 2 muestra parte de la gama de módulos desarrollados.

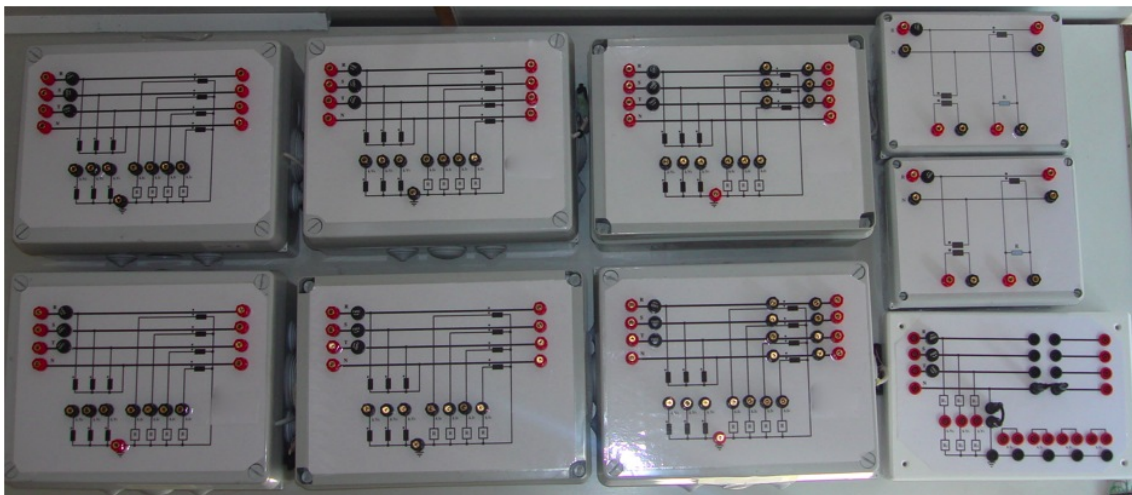


Fig.2. Gama de módulos desarrollados.

En el curso 2011/12 el objetivo fue la implantación del sistema de medida desarrollado con LabVIEW para la innovación y mejora docente en algunas de las asignaturas de Ingeniería Eléctrica impartidas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de Salamanca, concretamente se ha implantado en las siguientes asignaturas:

- Instalaciones eléctricas ( 1er y 2º Ciclo)
- Tecnología eléctrica ( 2º Ciclo)
- Electrometría ( Grado )
- Transporte y distribución de energía eléctrica ( 1er Ciclo)



En el presente curso 2012/13 se ha diseñado y construido un equipo que permite obtener las curvas características de máquinas eléctricas, así como las curvas de arranque de motores. Este equipo permite realizar un análisis detallado del funcionamiento de las máquinas en régimen permanente y transitorio y la obtención de todas sus variables características.

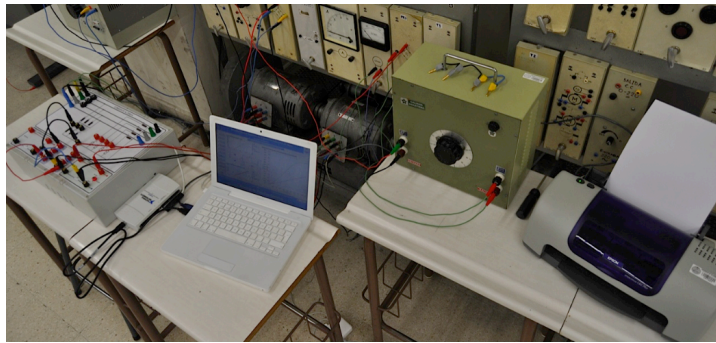


Fig. 3.- Equipo diseñado para máquinas eléctricas.

## 2.- JUSTIFICACIÓN DEL EQUIPO.

La implantación del sistema desarrollado por el equipo de investigación ayuda a desarrollar las capacidades específicas de máquinas eléctricas, pero además contribuye a la adquisición de importantes competencias transversales. Se resumen a continuación los objetivos del proyecto.

Objetivos específicos: incorporación del equipo en el desarrollo de las prácticas y trabajos dirigidos en las siguientes asignaturas.

- 106312. Máquinas eléctricas ( Grado en Ingeniería Eléctrica )
- 106516. Máquinas eléctricas ( Grado en Ingeniería Mecánica )
- 106412. Máquinas eléctricas ( Grado en Ingeniería Electrónica y Automática )
- 106325. Ampliación y cálculo de máquinas eléctricas (Grado en Ingeniería Eléctrica)

Objetivos transversales: derivados de la utilización del equipo.

- Formación en nuevos sistemas de análisis de máquinas eléctricas.
- Desarrollo de la capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organización y planificación.
- Resolución de problemas prácticos.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Adquisición de habilidades en relaciones interpersonales.
- Toma de decisiones.
- Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.

### 3.- EVIDENCIAS DEL PROYECTO. PROGRAMAS DESARROLLADOS.

Para la realización de las prácticas de las asignaturas citadas se han desarrollado los siguientes programas que permiten llevar a cabo muchas de las prácticas de laboratorio programadas a lo largo del curso. La figura 4 muestra el aspecto que presenta, en la pantalla del ordenador, el panel frontal de la pantalla principal del programa desarrollado.

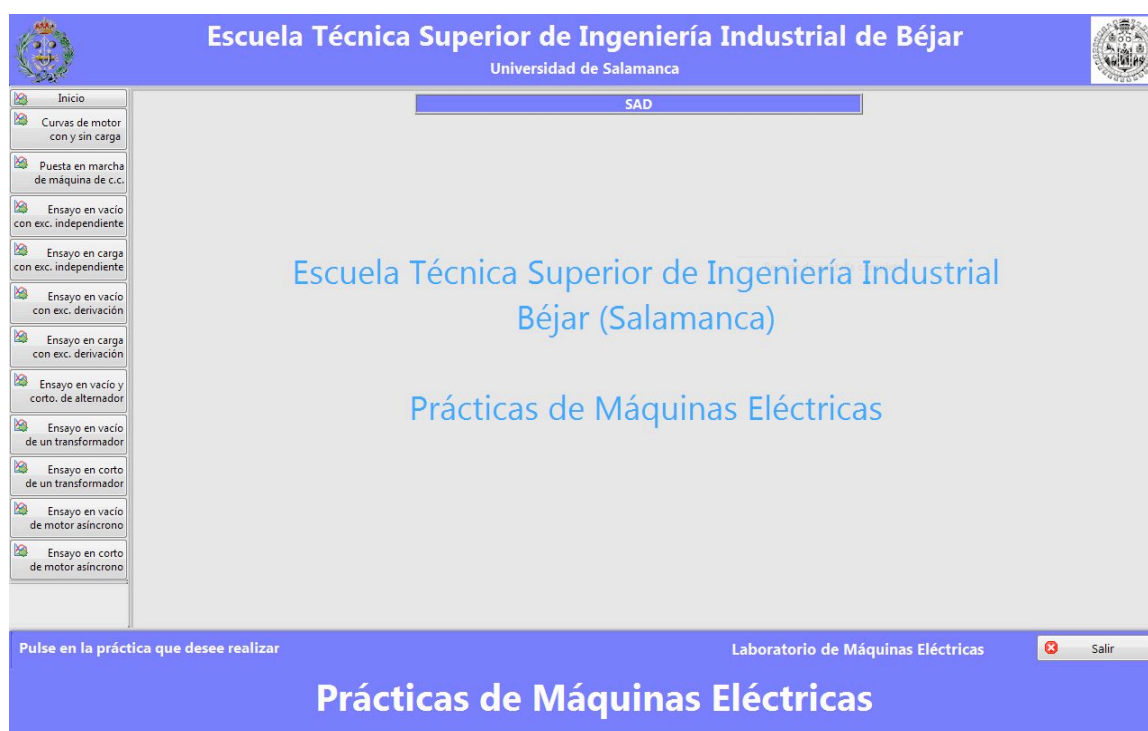
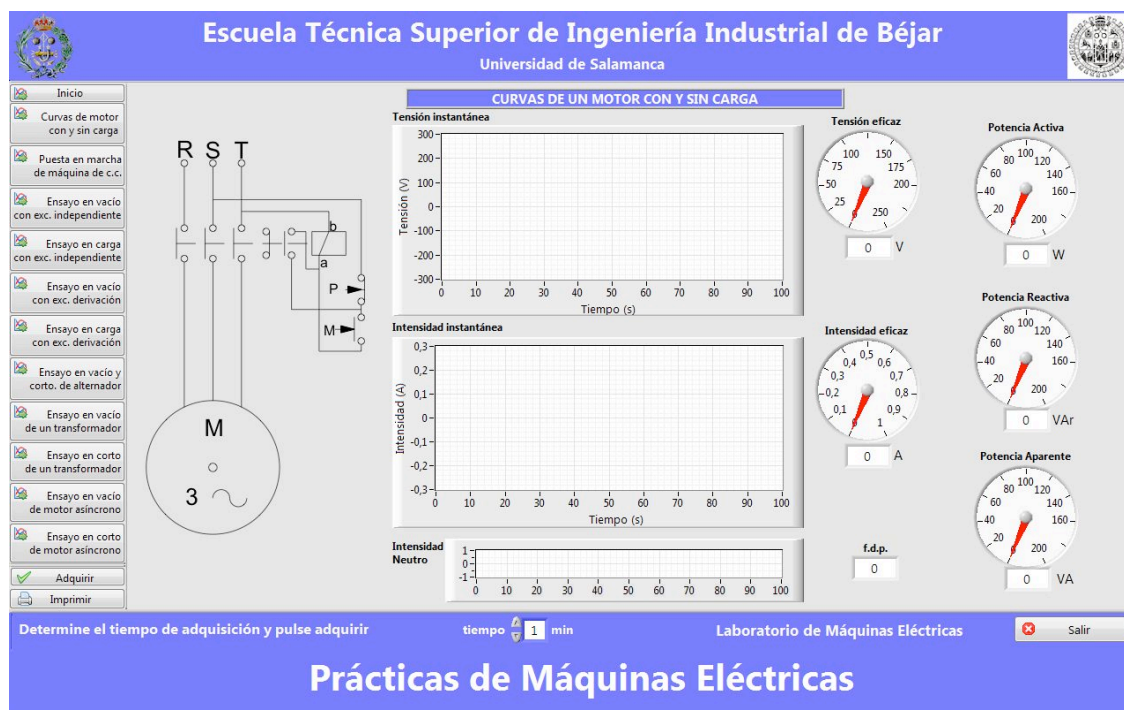


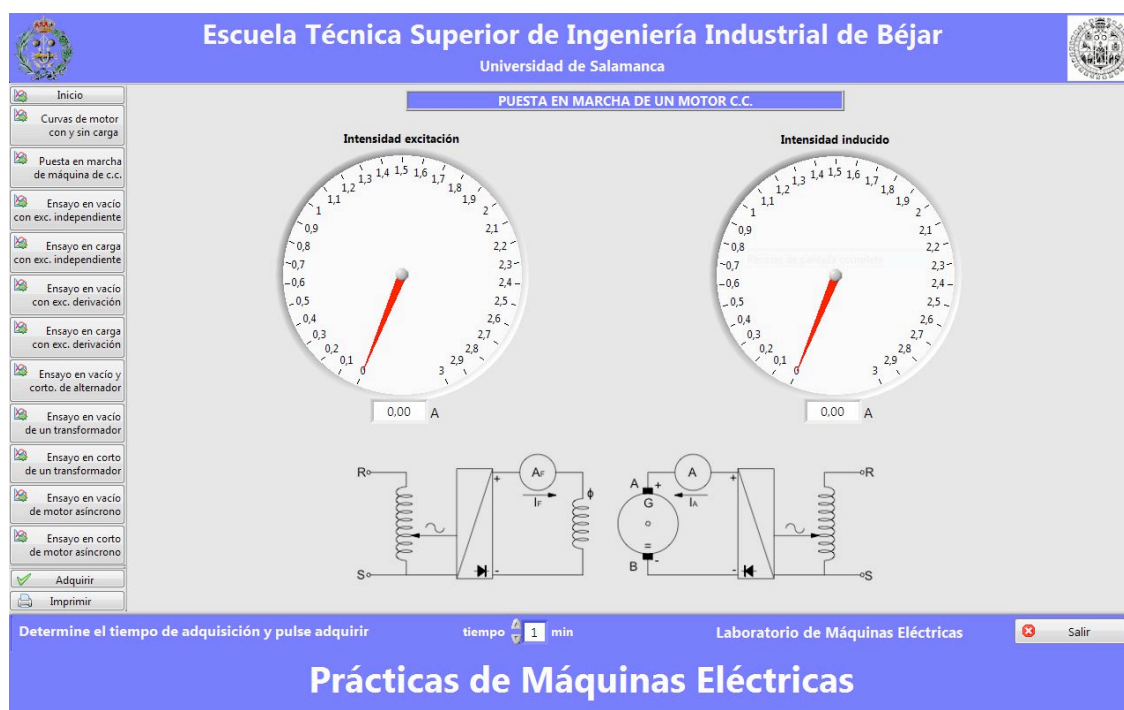
Fig. 4. Pantalla principal del programa.

Los programas desarrollados permiten la realización de las prácticas que se indican a continuación, se muestran las pantallas de los mismos.

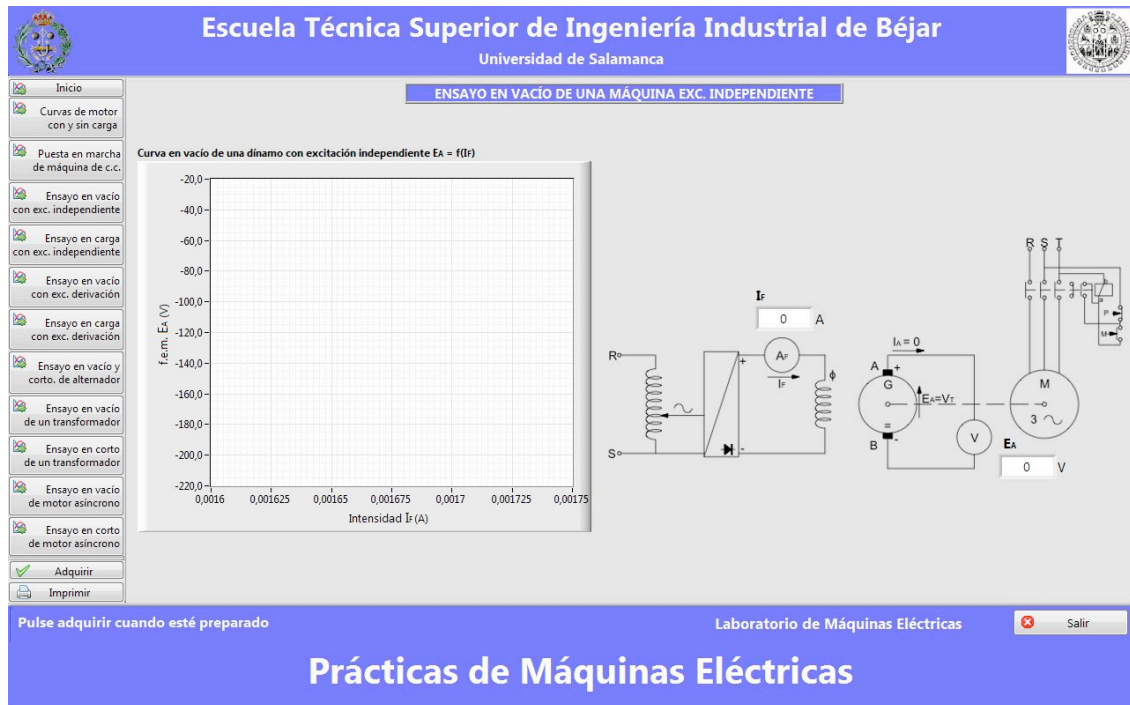
### Práctica 1. Puesta en marcha de una máquina de alterna con y sin carga.



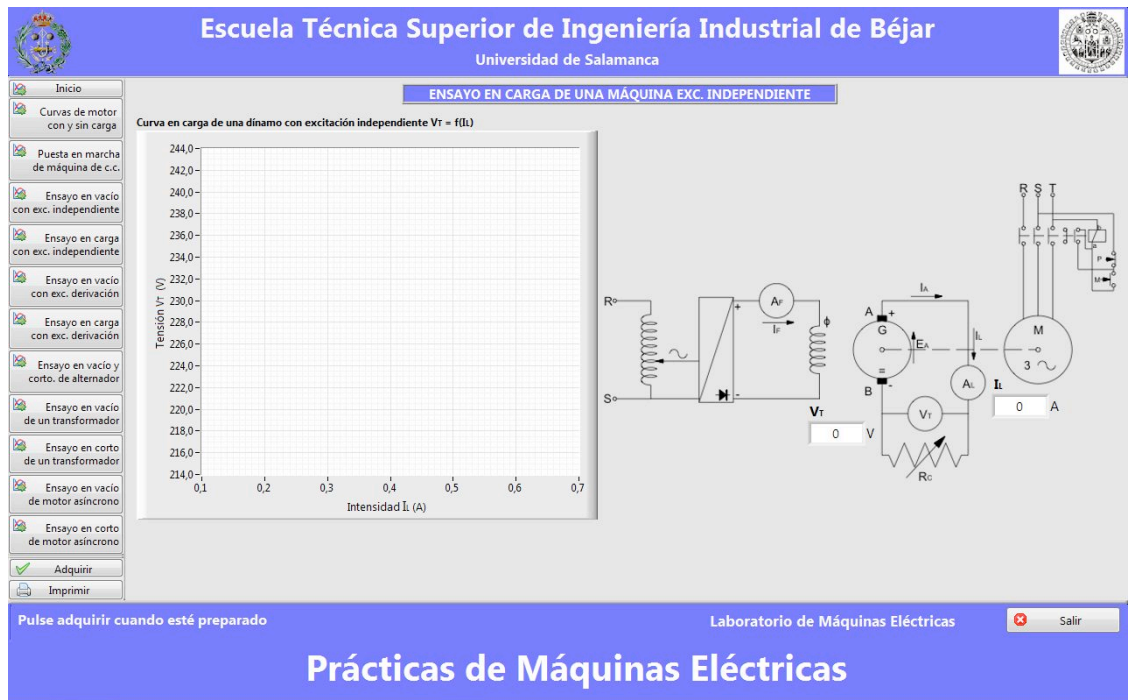
### Práctica 2 . Puesta en marcha de una máquina de corriente continua.



### Práctica 3. Característica en vacío de una dínamo con excitación independiente.

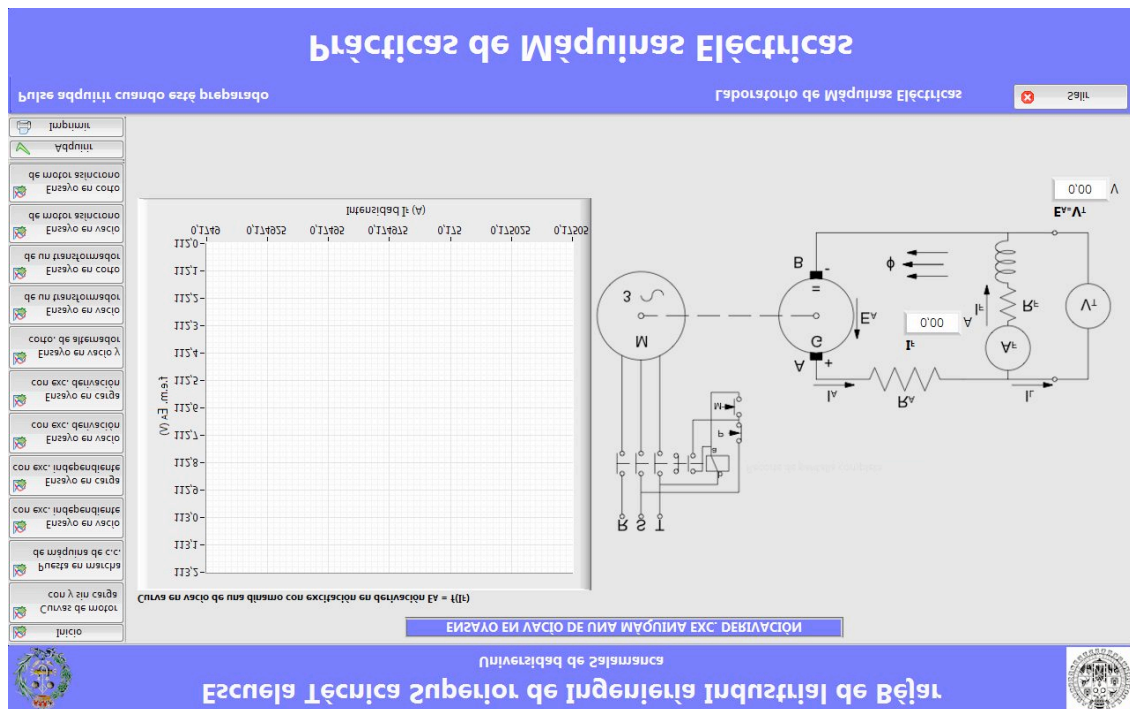


### Práctica 4. Característica de carga de una dínamo con excitación independiente.

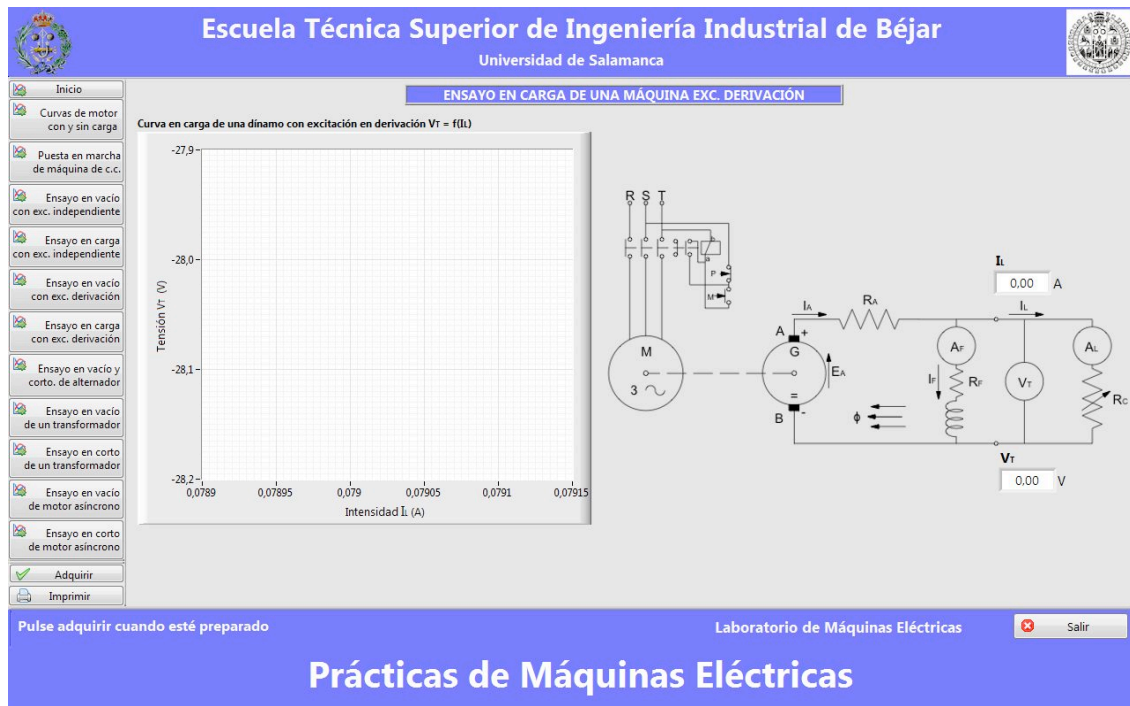




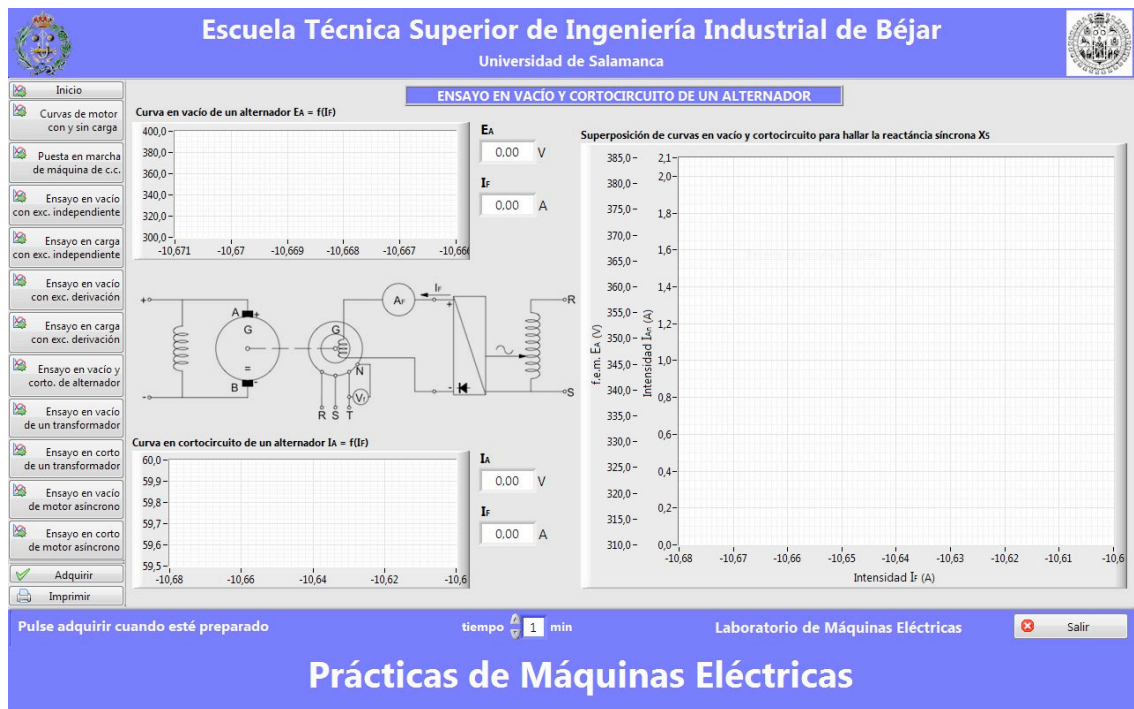
## Práctica 5. Característica en vacío de una dinamo con excitación derivación.



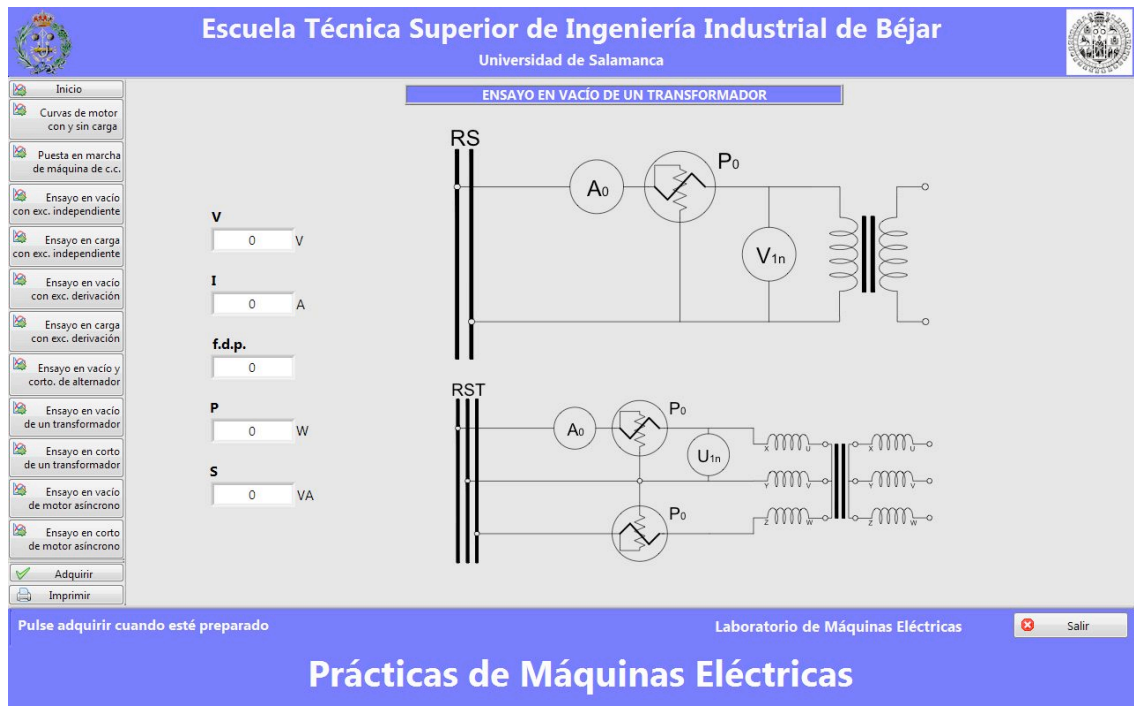
## Práctica 6. Característica de carga de una dinamo con excitación derivación.



## Práctica 7. Característica en vacío y en cortocircuito de un alternador.



## Práctica 8. Ensayo en vacío de un transformador.



## Práctica 9. Ensayo en cortocircuito de un transformador.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar  
Universidad de Salamanca

ENSAYO EN CORTOCIRCUITO DE UN TRANSFORMADOR

RS

Autotransformador variable

RST

Autotransformador variable trifásico

V 0 V

I 0 A

f.d.p. 0

P 0 W

S 0 VA

Pulse adquirir cuando esté preparado

Laboratorio de Máquinas Eléctricas

Salir

Prácticas de Máquinas Eléctricas

### 4.- CONCLUSIONES.

- Los equipos proporcionan un avance importante para la realización de prácticas y trabajos dirigidos por la facilidad de almacenamiento de los resultados.
- En el futuro estos equipos sustituirán a los aparatos de medidas y visualización de señales utilizados tradicionalmente, reduciendo el presupuesto de mantenimiento de los laboratorios.
- El equipo desarrollado para máquinas eléctricas, presenta grandes ventajas frente a otros procedimientos utilizados habitualmente. La utilización de este equipo abre un gran abanico de posibilidades en el análisis de máquinas eléctricas.